



**Shock absorbent vehicle steering shaft****Publication number:** DE19917550 (A1)**Publication date:** 1999-10-28**Inventor(s):** OKA SHOJI [JP]**Applicant(s):** NSK LTD [JP]**Classification:****- international:** **B62D1/19; F16D3/06; F16F7/ 00; F16F7/08; F16F7/12;  
B62D1/19; F16D3/02; F16F7/ 00; F16F7/12; (IPC1-7): B62D1/19****- European:** B62D1/19B; F16F7/12F**Application number:** DE19991017550 19990419**Priority number(s):** JP19980115197 19980424**Also published as:** JP11311256 (A) US6530599 (B1)**Abstract of DE 19917550 (A1)**

The vehicle steering shaft is composed of an outer shaft (12) with inner teeth (15) round its peripheral surface at one end zone, and an inner shaft (13) with outer teeth (17). When the two shafts are pressed together, their teeth mesh through the axial pressure. A film of a solid lubricant is formed on the surface of at least one set of the meshing teeth (15,17). The film is a plastics formed of molybdenum disulfide or fluorocarbon.

.....  
Data supplied from the esp@cenet database --- Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 17 550 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>  
**B 62 D 1/19**

⑦ Aktenzeichen: 199 17 550.0  
② Anmeldetag: 19. 4. 99  
④ Offenlegungstag: 28. 10. 99

③ Unionspriorität:  
P 10-115197 24. 04. 98 JP

⑦ Anmelder:  
NSK Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦ Vertreter:  
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,  
Anwaltssozietät, 80538 München

⑦ Erfinder:  
Oka, Shoji, Maebashi, Gunma, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Stoßabsorbierende Lenkwelle

⑤7 Eine stoßabsorbierende Lenkvorrichtung umfaßt in Kombination eine rohrförmige äußere Welle mit einer Innenverzahnung auf der Innenumfangsfläche an einem Endbereich derselben und eine innere Welle mit einer Außenverzahnung auf der äußeren Umfangsfläche an einem Endbereich derselben, die mit der Innenverzahnung in Eingriff befindlich ist, wobei die Außenverzahnung und die Innenverzahnung in dem Zustand des preßgepaßten Eingriffs miteinander basierend auf einer Belastung in der Axialrichtung zusammenziehbar sind. Ein Film aus einem Festschmierstoff ist auf der Fläche von zumindest einer von der Außenverzahnung und der Innenverzahnung ausgebildet.

DE 199 17 550 A 1

DE 199 17 550 A 1

Diese Anmeldung beansprucht den Nutzen der japanischen Anmeldung Nr. 10-115197, die hiermit durch Referenz einbezogen wird.

- 5 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Verbesserungen bei einer stoßabsorbierenden Lenkwelle eines Kraftfahrzeugs, welche zum Übertragen der Bewegung eines Lenkrades auf ein Lenkgetriebe verwendet wird, und welche eine Last reguliert, die zum Zusammenziehen der Gesamtlänge der Lenkwelle während eines Kollisionsunfalls erforderlich ist, um den Fahrer zu schützen.

- Bei einer Lenkvorrichtung für ein Kraftfahrzeug wird ein Lenkmechanismus, wie in Fig. 6 gezeigt, verwendet, um die Bewegung eines Lenkrades auf ein Lenkgetriebe zu übertragen. Die erste Lenkwelle 2, die ein Lenkrad 1 aufweist, ist mit dem oberen Endbereich desselben befestigt und drehbar in eine Lenksäule 3 eingesetzt. Die Lenksäule 3 ist mit der unteren Fläche einer Instrumentenanlage 6 durch obere und untere Halterungen 4, 5 befestigt. Der obere Endbereich einer zweiten Lenkwelle 8 ist über ein erstes Kardangeln 7 mit einem unteren Endbereich der ersten Lenkwelle 2 verbunden, welche von der unteren Öffnung der Lenksäule 3 hervorsticht. Ferner ist der untere Endbereich dieser zweiten Lenkwelle über ein zweites Kardangeln 9 mit einer dritten Lenkwelle 10 verbunden, die zu einem Lenkgetriebe (nicht gezeigt) führt. Bei dem so aufgebauten Lenkmechanismus wird die Bewegung der Lenkwelle 1 an das Lenkgetriebe über die erste Lenkwelle 2, die durch die Lenksäule 3 eingesetzt ist, das erste Kardangeln 7, die zweite Lenkwelle 8, das zweite Kardangeln 9 und die dritte Lenkwelle 10 übertragen, um einen Lenkwinkel auf die Räder zu übertragen.

- Bei dem so aufgebauten Lenkmechanismus sind die Lenksäule 3 und die Lenkwellen 2, 8 üblicherweise als stoßabsorbierender Typ hergestellt, bei dem sich die Gesamtlänge aufgrund eines Stoßes verkürzt, um den Fahrer während einer Kollision zu schützen. Der Aufbau, der in dem US-Patent Nr. 5 623 756 beschrieben ist, ist als eine solche stoßabsorbierende Lenkwelle bekannt. Die Fig. 7 bis 13 zeigen die stoßabsorbierende Lenkwelle, die in diesem US-Patent beschrieben ist, währenddessen die Fig. 14 bis 18 ein Verfahren zur Herstellung der stoßabsorbierenden Lenkwelle zeigen, das auch in diesem US-Patent beschrieben ist.

- 25 Diese stoßabsorbierende Lenkwelle 11 ist solcherart aufgebaut, daß eine äußere Welle 12 und eine innere Welle 13 für eine relative Verschiebung in Axialrichtung (die Richtung von links nach rechts, gesehen in Fig. 7) kombiniert sind, wodurch sich die Gesamtlänge der Welle verkürzt, wenn eine Stoßrichtung in der Axialrichtung aufgebracht wird. Die äußere Welle 12 als Ganzes hat eine Rohrform und ein Endbereich (der linke Endbereich der Lenkwelle 11, wie in Fig. 7 zu sehen ist), wird einem Ziehen unterworfen, wodurch ein Bereich 14 mit kleinem Durchmesser in diesem Endbereich ausgebildet wird. Eine Innenverzahnung 15 ist auf der Innenumfangsfläche dieses Bereiches 14 mit kleinem Durchmesser ausgebildet. Die innere Welle 13 als Ganzes hat ebenfalls eine Rohrform und ein Endbereich (der rechte Endbereich, wie in den Fig. 7 und 8 zu sehen ist) derselben ist verbreitert, wodurch ein Bereich 16 mit großem Durchmesser gebildet wird. Eine Außenverzahnung 17 ist auf der Außenumfangsfläche dieses Bereiches 16 mit großem Durchmesser ausgebildet, um mit der Innenverzahnung 15 in Eingriff befindlich zu sein.

- 35 Auch wird der vordere Endbereich (der rechte Endbereich, wie in den Fig. 7 und 8 zu sehen ist) des Bereiches 16 mit großem Durchmesser ein wenig in der Durchmesserrichtung gequetscht, wodurch ein erster verformter Bereich 18 mit einer elliptischen Querschnittsform über eine Länge L ausgebildet wird. Die Hauptachse d1 dieses ersten verformten Bereiches 18 ist größer als der Durchmesser d0 des Körperbereiches des Bereiches 16 mit großem Durchmesser, und die Nebenachse d2 des ersten verformten Bereiches ist kleiner als der Durchmesser d0 ( $d1 > d0 > d2$ ). Es ist anzumerken, daß die Durchmesser des Bereiches 16 mit großem Durchmesser, auf welchem die Außenverzahnung 17 ausgebildet ist, durch den Durchmesser (pcd) jenes Bereiches der Verzahnung repräsentiert wird, welcher einem Teilkreis entspricht.

- 40 Andererseits wird der vordere Endbereich (der linke Endbereich, wie in Fig. 7 und 11 zu sehen ist) des Bereiches 14 mit kleinem Durchmesser ebenfalls ein wenig in der Durchmesserrichtung desselben gequetscht, wodurch ein zweiter verformter Bereich 19 mit einer elliptischen Querschnittsform über die Länge L ausgebildet ist. Die Hauptachse D1 des ersten verformten Bereiches 19 ist größer als der Durchmesser D0 des Körperbereiches des Bereiches 14 mit kleinem Durchmesser, und die Nebenachse D2 des zweiten verformten Bereiches 19 ist kleiner als dieser Durchmesser D0 ( $D1 > D0 > D2$ ). Die Durchmesser des Bereiches 14 mit kleinem Durchmesser, auf welchem die Innenverzahnung 15 ausgebildet ist, werden ebenfalls alle durch den Durchmesser (pcd) jenes Bereiches der Verzahnung repräsentiert, welcher einem Teilkreis entspricht.

- 50 Der Durchmesser D0 des Bereiches 14 mit kleinem Durchmesser ist geringfügig größer hergestellt, als der Durchmesser d0 des Bereiches 16 mit großem Durchmesser ( $D0 > d0$ ), so daß die Innenverzahnung 15 und die Außenverzahnung 17 in einen losen Eingriff miteinander in anderen Bereichen, als den ersten und zweiten verformten Bereichen 18 und 19, gebracht werden können. Die Hauptachse d1 des ersten verformten Bereiches 18 ist jedoch geringfügig größer hergestellt, als der Durchmesser D0 des Körperbereiches des Bereiches 14 mit kleinem Durchmesser ( $d1 > D0$ ), und die Nebenachse D2 des zweiten verformten Bereiches 19 ist geringfügig kleiner hergestellt, als der Durchmesser d0 des Körperbereiches des Bereiches 16 mit großem Durchmesser ( $D2 < d0$ ).

- Die äußere Welle 12 und die innere Welle 13, die solche Formen haben, wie oben beschrieben, werden zusammen, wie in Fig. 7 gezeigt, zusammengesetzt, um dadurch die stoßabsorbierende Lenkwelle 11 zu schaffen. Mehr im einzelnen, der Bereich 16 mit großem Durchmesser, der auf einem Endbereich der inneren Welle 13 ausgebildet ist, ist innerhalb des Bereiches 14 mit kleinem Durchmesser angeordnet, der auf einem Endbereich der äußeren Welle 12 ausgebildet ist, und die Innenverzahnung 15 auf der Innenumfangsfläche des Bereiches 14 mit kleinem Durchmesser und die Außenverzahnung 17 auf der Außenumfangsfläche des Bereiches 16 mit großem Durchmesser werden miteinander in Eingriff gebracht. In diesem Zustand wird der erste verformte Bereich 18, der auf dem vorderen Endbereich des Bereiches 16 mit großem Durchmesser ausgebildet ist, in einen Basisendbereich (den rechten Endbereich, wie in den Fig. 7 und 11 zu sehen ist) des Bereiches 14 mit kleinem Durchmesser gedrückt, während er elastisch verformt wird (oder plastisch verformt wird). Auch wird der zweite verformte Bereich 19, der auf dem vorderen Endbereich des Bereiches 14 mit kleinem Durchmesser ausgebildet ist, in einen Basisendbereich (den linken Endbereich, wie in den Fig. 7 und 8 zu sehen ist) des Bereiches 16 mit großem Durchmesser gedrückt, während er ebenfalls elastisch verformt wird (oder plastisch verformt wird).

wird).

Entsprechenderweise ist in dem Zustand, in welchem die äußere Welle 12 und die innere Welle 13 zusammen kombiniert werden, wie in Fig. 7 gezeigt ist, die Außenumfangsfläche des ersten verformten Bereichs 18 reibmäßig mit dem Innenumfangsbereich des Basisendbereichs des Bereichs 14 mit kleinem Durchmesser in Eingriff, und die Innenumfangsfläche des zweiten verformten Bereichs 19 ist mit dem Außenumfangsbereich des Basisendbereichs des Bereichs 16 mit großem Durchmesser reibmäßig in Eingriff. Als ein Ergebnis dessen werden die äußere Welle 12 und die innere Welle 13 miteinander gekoppelt für die Übertragung einer Drehkraft zwischen den beiden Wellen 12 und 13, und gegen eine relative Verschiebung in der Axialrichtung miteinander gekoppelt, solange keine starke Kraft aufgebracht wird.

Wie beschrieben, wird das Koppeln zwischen der äußeren Welle und der inneren Welle 13 durch Bringen des ersten und zweiten verformten Bereichs 18 und 19, die auf der metallischen äußeren Welle 12 und der inneren Welle 13 ausgebildet sind, in Preßpassung mit den Parterteilen bewirkt, und daher wird die Wärmebeständigkeitseigenschaft des Kopplungsbereiches ausreichend, und es tritt nicht der Fall auf, daß die Stützkraft des Kopplungsbereiches unzureichend wird in Abhängigkeit von den Verwendungszuständen. Auch sind der erste und zweite verformte Bereich 18 und 19 an zwei axial beabstandeten Stellen in dem Kopplungsbereich zwischen der äußeren Welle 12 und der inneren Welle 13 vorgesehen, und daher ist auch die Biegesteifigkeit des Kopplungsbereiches zwischen der äußeren Welle 12 und der inneren Welle 13 ausreichend abgesichert.

Wenn ferner eine starke Kraft in der Axialrichtung während einer Kollision aufgebracht wird, werden die äußere Welle und die innere Welle 13 relativ zueinander in der Axialrichtung gegen eine Reibkraft verschoben, welche auf die pressgepaßten Bereiche des ersten und zweiten verformten Bereichs 18 und 19 ausgeübt wird, um dadurch die Gesamtlänge der stoßabsorbierenden Lenkwelle 11 zu verkürzen. In dem Fall einer solchen stoßabsorbierenden Lenkwelle 11, reicht die Kraft, die zum Verkürzen der Gesamtlänge erforderlich ist, aus, wenn sie die Reibkraft überwindet, die auf die oben beschriebenen pressgepaßten Bereiche ausübt. Entsprechenderweise ist eine Kontraktionsbelastung (eine Traglast), die zum Verkürzen der Gesamtlänge der stoßabsorbierenden Lenkwelle erforderlich ist, stabil, ohne daß sie groß wird, wodurch effektiv verhindert wird, daß eine große Aufprellkraft auf den Körper eines Fahrers aufgebracht wird, welcher gegen das Lenkrad im Falle eines Kollisionsunfalls kollidiert ist.

Wenn die äußere Welle 12 und die innere Welle 13 miteinander kombiniert werden, um dadurch eine solche stoßabsorbierende Lenkwelle 11 aufzubauen, wie in Fig. 7 gezeigt ist, werden die beiden Wellen 12 und 13 miteinander kombiniert, wie in Fig. 14 gezeigt ist. Mehr im einzelnen, die Innenverzahnung 15 und die Außenverzahnung 17 werden miteinander in Eingriff gebracht, außer der vordere Endbereich des Bereichs 14 mit kleinem Durchmesser und der vordere Endbereich des Bereichs 16 mit großem Durchmesser. Dann wird mit diesen Verzahnungen 15 und 17, die miteinander in Eingriff gehalten werden, die äußere Umfangsfläche des Bereichs 14 mit kleinem Durchmesser nach innen in der Durchmesserrichtung desselben gepreßt. Das heißt, ein Paar von Preßteilen 20 und 20 sind um den vorderen Endbereich des Bereichs 14 mit kleinem Durchmesser und dem vorderen Endbereich des Bereichs 16 mit großem Durchmesser angeordnet, und das Paar der Preßteile 20 und 20 wird nahe zueinander gebracht, um dadurch die äußere Umfangsfläche des Bereichs 14 mit kleinem Durchmesser stark zu pressen. Die inneren Seitenflächen dieser Preßteile 20 und 20, welche gegen die äußere Umfangsfläche des Bereichs 14 mit kleinem Durchmesser drücken, sind mit Vertiefungen 21 und 21 einer bogenförmigen Querschnittsform versehen, welche im engen Kontakt mit der äußeren Umfangsfläche befindlich sind, wie in Fig. 15 gezeigt ist.

Spalten 22 und 22, die eine Dickenabmessung  $\delta$  haben, sind zwischen den Endflächen des Paares von Preßteilen 20 und 20 mit den Vertiefungen 21 und 21 in leichtem Kontakt mit der äußeren Umfangsfläche des Bereichs 14 mit kleinem Durchmesser gebracht. Auch werden diese Preßteile 20 und 20 stark zueinander durch eine Preßvorrichtung, nicht gezeigt, wie z. B. einen hydraulischen Mechanismus, stark zueinander gepreßt. Wenn so, wie in Fig. 16 gezeigt, das Paar von Preßteilen 20 und 20 zueinander bewegt wird, bis die Dicke der Spalten 22 und 22 Null wird, wird die Querschnittsform des vorderen Endbereiches des Bereichs 14 mit kleinem Durchmesser plastisch in eine elliptische Form geformt, wie in Fig. 16 gezeigt ist. Ferner wird der vordere Endbereich des Bereichs 16 mit großem Durchmesser, welcher in den vorderen Endbereich des Bereichs 14 mit kleinem Durchmesser eingesetzt ist, ebenfalls in die gleiche Richtung durch die beiden Verzahnungen 15 und 17 gedrückt. Dann wird auch die Querschnittsform des vorderen Endbereiches dieses Bereiches mit großem Durchmesser plastisch in eine elliptische Form verformt, wie in Fig. 16 gezeigt ist.

Auf diese Weise werden der vordere Endbereich des Bereichs 14 mit kleinem Durchmesser und der vordere Endbereich des Bereichs 16 mit großem Durchmesser einwärts in Durchmesserrichtung desselben gepreßt, und die Querschnittsformen dieser beiden vorderen Endbereiche werden in eine elliptische Form plastisch verformt, wobei danach die äußere Welle 12 und die innere Welle 13 relativ zueinander hin in der Axialrichtung relativ verschoben werden. Das heißt, nachdem diese beiden Wellen 12 und 13 aus dem Paar der Preßteile 20 und 20 entnommen wurden, wird die äußere Welle 12 nach links, wie in Fig. 14 zu sehen ist, relativ zu der inneren Welle 13 verschoben, während die innere Welle 13 nach rechts, wie in Fig. 14 zu sehen ist, relativ zu der äußeren Welle nach rechts verschoben wird. Dann wird, wie in Fig. 7 gezeigt ist, der vordere Endbereich des Bereichs 14 mit kleinem Durchmesser in den Basisendbereich des Bereichs 16 mit großem Durchmesser pressgepaßt, währenddessen der vordere Endbereich des Bereichs 16 mit großem Durchmesser in den Basisendbereich des Bereichs 14 mit kleinem Durchmesser pressgepaßt wird. Der Zwischenbereich des Bereichs 14 mit kleinem Durchmesser und der Zwischenbereich des Bereichs 16 mit großem Durchmesser, die durch die Preßteile 20 und 20 nicht plastisch verformt wurden, werden in einen losen Eingriff miteinander gebracht.

Im Falle des Aufbaus, wie er in dem oben erläuterten US-Patent 5 623 756 beschrieben ist, wie in Fig. 17 gezeigt ist, werden die inneren Flächen der Preßteile 20a und 20a zum plastischen Verformen der vorderen Endbereiche (siehe Fig. 14) des Bereichs mit kleinem Durchmesser und des Bereichs mit großem Durchmesser, die miteinander in Eingriff befindlich sind, nicht mit den Vertiefungen 21 und 21 ausgebildet (Fig. 15 und 16), sondern sind einfach mit ebenen Flächen hergestellt. Oder, wie in Fig. 18 gezeigt ist, sind ein Paar von Preßteilen 20b und 20b in eine V-Blockform ausgebildet, so daß die Preßteile 20b und 20b die vorderen Endbereiche (siehe Fig. 14) des Bereichs 14 mit kleinem Durchmesser und den Bereich 16 mit großem Durchmesser, welche miteinander an zwei Stellen jeweils in Eingriff sind, d. h. an vier Stellen insgesamt in Eingriff sind, gepreßt.

Ferner wird in der früheren Anmeldung USSN 08/960209 eine Erfindung offenbart, die sich auf ein Verfahren zum Einstellen einer Kontraktionsbelastung (contraction load) bezieht, die zum Zusammenziehen einer stoßabsorbierenden Lenkwelle 11 auf einen gewünschten Wert erforderlich ist. Die Fig. 19 bis 22 zeigen ein Beispiel dieses Einstellungsverfahrens der früheren Erfindung.

Um das Verfahren der Einstellung einer Kontraktionsbelastung einer stoßabsorbierenden Lenkwelle entsprechend der früheren Erfindung auszuführen, sind eine Innenverzahnung 15 und eine Außenverzahnung 17 jeweils auf den Umfangsflächen der Wellen 12 und 13 zuerst miteinander an einen vorderen Endbereich in Eingriff gebracht (den linken Endbereich, wie in den Fig. 19, 21 und 22 zu sehen ist), welcher ein Endbereich des äußeren Säulenteils oder Welle 12 und ein hinterer Endbereich (der rechte Endbereich, wie in den Fig. 19, 21 und 22 zu sehen ist), welcher ein Endbereich des inneren Säulenteils oder der Welle 13 ist, wie in Fig. 19 gezeigt ist. In dem Zustand, bei dem diese beiden Verzahnungen 15 und 17 miteinander in Eingriff sind, wird die äußere Umfangsfläche des äußeren Säulenteils oder die Welle 12 nach einwärts in der Durchmesserrichtung derselben durch ein Paar von Preßteilen 20a' und 20a' gepreßt, welche zueinander verschoben werden, wie in den Fig. 19 und 20 gezeigt ist. Somit werden der vordere Endbereich der äußeren Welle 12 und der hintere Endbereich des inneren Säulenteils oder der Welle 13 in die Durchmesserrichtung durch die Preßteile 20a' und 20a' gepreßt, so daß die Querschnitte dieser beiden Endbereiche plastisch in jeweilige elliptische Formen verformt werden. Die elliptischen Formen sind, wie oben in Fig. 16 gezeigt ist, obwohl die Preßteile 20a' und 20a', die verwendet werden, sich von denen unterscheiden, die in Fig. 16 gezeigt sind.

Insbesondere sind für das Verfahren der Einstellung einer Kontraktionsbelastung einer stoßabsorbierenden Lenkwelle der früheren Erfindung ein Paar von Preßteilen, bei denen die Druckflächen 23 und 23 eben parallel zueinander sind, als das oben erläuterte Paar von Preßteilen 20a' und 20a' verwendet. Während diese beiden Preßflächen 23 und 23 parallel zueinander gehalten werden, wird das oben erläuterte Paar von Preßteilen 20a' und 20a' nahe zueinander gebracht.

Wenn die Querschnitte des vorderen Endbereiches der äußeren Welle 12 und des hinteren Endbereiches der inneren Welle 13 somit in die jeweiligen elliptischen Formen durch das Paar von Preßteilen 20a' und 20a' verformt wurden, werden die äußere Welle 12 und die innere Welle 13 so gedrückt, daß sie sich zueinander verschieben. Dann werden, wie in Fig. 2 gezeigt ist, der vordere Endbereich der äußeren Welle 12 und der hintere Endbereich der inneren Welle 13 so gelegt, daß sie sich nur in einer gewünschten Länge L in der Axialrichtung überlappen. Diese gewünschte Länge L ist eine normale Paßlänge, durch welche die oben erläuterte äußere Welle 12 und die innere Welle 13 in einem normalen Zustand (einen Zustand, in welchem kein Kollisionsunfall aufgetreten ist) zueinander gepaßt sind. Bei einer Sekundärkollision ist, wie in Fig. 22 gezeigt ist, die Paßlänge zwischen der äußeren Welle 12 und der inneren Welle 13 größer als die oben erläuterte normale Paßlänge L, so daß die Gesamtlänge der oben erläuterten stoßabsorbierenden Lenkwelle 11 verkürzt wird. In dem Fall des Verfahrens der Einstellung einer Kontraktionsbelastung einer stoßabsorbierenden Lenkwelle nach der früheren Erfindung, wird eine Preßbelastung zum Nahezueinanderbringen des oben erläuterten Paares von Preßteilen 20a' und 20a' geändert, um die Kontraktionsbelastung zum Zusammenziehen der Gesamtlänge der oben erläuterten stoßabsorbierenden Lenkwelle 11 auf einen gewünschten Wert zu regulieren.

Mehr im einzelnen, wenn ein Paar von Preßteilen, dessen Preßflächen 23 und 23 eben und parallel zueinander sind, als das Paar von Preßteilen 20a' und 20a' verwendet werden, und diese Preßteile 20a' und 20a' nahe zueinander gebracht werden, während die Preßflächen 23 und 23 parallel zueinander gehalten werden, ist die Beziehung zwischen der Preßbelastung zum Nahezueinanderbringen der beiden Preßteile 20a' und 20a' und die oben erläuterte Kontraktionsbelastung, wie in Fig. 23 gezeigt ist. Wie klar in Fig. 23 gezeigt ist, sind die Preßbelastung und die Kontraktionsbelastung im wesentlichen proportional zueinander. Entsprechenderweise ist es möglich, die Kontraktionsbelastung auf einen gewünschten Wert durch Einstellen der Preßbelastung zu regulieren. Es ist anzumerken, daß die Kontraktionsbelastung, die in Fig. 23 gezeigt ist, eine Belastung ist, die zum Beginn der Kontraktion der stoßabsorbierenden Lenkwelle 11 erforderlich ist, bei der die äußere Welle 12 und die innere Welle 13 nur durch die oben erläuterte normale Paßlänge L ineinandergepaßt sind, um die Paßlänge der Wellen 12 und 13 zu verlängern.

Wenn, wie oben beschrieben, ein Eingriffsbereich zwischen der äußeren Welle 12 und der inneren Welle 13 durch die Preßteile 20a' und 20a', die das Paar von ebenen Flächen 22 und 22 aufweisen, die parallel zueinander als die Preßflächen befindlich sind, plastisch verformt wurden, wurden die Preßbelastung und die Kontraktionsbelastung im wesentlichen proportional zueinander. Wenn, im Gegensatz dazu, die Preßteile 20 und 20 die Vertiefungen 21 und 21 mit einer bogenförmigen Form aufweisen, wie in den Fig. 15 und 16 gezeigt ist, oder die Preßteile 20b und 20b mit einer V-Blockform, wie in Fig. 18 gezeigt ist, verwendet wurden, waren die Preßbelastung und die Kontraktionsbelastung kaum proportional zueinander, so daß es schwierig ist, die Kontraktionsbelastung durch die Preßbelastung einzustellen.

Entsprechend der früheren Erfindung, wie oben beschrieben, wird eine Belastung, die zum Zusammenziehen einer stoßabsorbierenden Lenkwelle 11 erforderlich ist, auf einen gewünschten Wert reguliert, um eine Lenkvorrichtung zu realisieren, die effektiv den Fahrer bei einer Sekundärkollision schützen kann. Darüber hinaus ist die Biegesteifigkeit des gepaßten Bereiches zwischen der äußeren Welle 12 und der inneren Welle 13, wenn die beiden Wellen ineinander nur durch die oben erläuterte normale Paßlänge L gepaßt sind, höher (größer), um so zu verhindern, daß der gepaßte Bereich in einen normalen Zustand unsicher ist.

Wie oben beschrieben, werden bei der stoßabsorbierenden Lenkwelle 11, für welche die frühere Erfindung entwickelt wurde, nachdem die Querschnittsformen des Endbereiches der äußeren Welle 12 und des Endbereiches der äußeren Welle 12 und des Endbereiches der inneren Welle 13 in den Zustand plastisch verformt wurden, in welchem der Endbereich der äußeren Welle 12 und der Endbereich der inneren Welle 13 in einen Eingriff miteinander gebracht wurden, wie in Fig. 19 gezeigt ist (oder Fig. 14 gezeigt ist), diese beiden Wellen 12 und 13 zueinander hin verschoben, wie in Fig. 21 (oder Fig. 7) gezeigt ist. Aus diesem Grund werden diese beiden Wellen 12 und 13 stark zueinander an zwei Stellen gepaßt, welche in der Axialrichtung voneinander getrennt sind, wie in Fig. 7 gezeigt ist und die Paßfestigkeit (fitting strength) an einem Zwischenbereich zwischen den beiden Stellen wird sehr schwach. Um die Biegesteifigkeit des gepaßten Bereiches zwischen den beiden Wellen 12 und 13 entsprechenderweise zu verstärken, ist es erforderlich, die Paßfestigkeit an diesen beiden Stellen zu verstärken. Da diese gepaßten Bereiche an den beiden Stellen durch Voneinanderweghalten eines ersten verformten Bereiches 18 und eines zweiten verformten Bereiches 19 gebildet werden, welche

gleichzeitig plastisch verformt wurden (wie in Fig. 7 gezeigt), ist es erforderlich, daß die Paßfestigkeit an den oben erläuterten beiden Stellen gleich ist, um die Paßfestigkeit an jeder der beiden Stellen zu verstärken.

Von diesem Betrachtungspunkt aus ist ein Ergebnis von Experimenten, um den Grad des Einflusses der Differenz in der Form zwischen den Preßteilen 20, 20a und 20b, wie oben erläutert, auf die Paßfestigkeit des gepaßten Bereiches der stoßabsorbierenden Lenkwelle 11 zu kennen, in Fig. 24 gezeigt. Das heißt, wenn der Eingriffsbereich zwischen der äußeren Welle 12 und der inneren Welle 13 durch die Preßteile 20a' und 20a' plastisch verformt wurde, dessen Preßflächen 23 und 23 eben und parallel zueinander sind, ist die Beziehung zwischen einer Größe der Kontraktion und einer Kontraktionsbelastung der stoßabsorbierenden Lenkwelle 11, wie in Fig. 24 gezeigt ist. In Fig. 24 ist die Größe der Kontraktion entlang der Abszisse dargestellt, und die Kontraktionsbelastung ist entlang der Ordinate dargestellt. Die Position Null der Abszisse gibt die Position des Zustands an, bei dem die äußere Welle 12 und die innere Welle 13 voneinander getrennt sind, während der Eingriffsbereich zwischen der äußeren Welle 12 und der inneren Welle 13 plastisch verformt bleibt, wie in Fig. 19 (oder Fig. 14) gezeigt ist. Auch gibt die Position der normalen Paßlänge L auf der Abszisse die Position des Zustandes an, bei dem die beiden Wellen 12 und 13 miteinander bei einem normalen Gebrauchszustand gepaßt sind, wie in Fig. 21 gezeigt ist.

Ferner gibt, wie in Fig. 22 gezeigt ist, die Position des Punktes P auf der Abszisse die Position des Zustandes an, bei welchem die oben erläuterte stoßabsorbierende Lenkwelle 11 aufgrund der solchen Kontraktionsbelastung zusammengezogen wurde, wie sie während eines Kollisionsunfalles erzeugt wird, so daß der zweite verformte Bereich 19, der auf dem Endbereich der inneren Welle 13 ausgebildet ist, von der Innenverzahnung 15 der äußeren Welle 12 herausgetreten ist. In diesem Zustand, der durch die Position des Punktes P angegeben ist, schließt die Kontraktionsbelastung, die zum Zusammenziehen der stoßabsorbierenden Lenkwelle 11 erforderlich ist, nur eine Kraft zum Aufnehmen des gepaßten Bereiches zwischen dem zweiten verformten Bereich 19, der auf dem einen Endbereich der äußeren Welle 12 ausgebildet ist, und der Außenverzahnung 17 auf der äußeren Umfangsfläche der inneren Welle 13 ein. Wenn entsprechenderweise die Kontraktionsbelastung  $\alpha$  an diesem Punkt P etwa eine Hälfte der Kontraktionsbelastung an der oben erläuterten Position der normalen Paßlänge L ist, wird die Paßfestigkeit im wesentlichen gleich an den oben erläuterten beiden Stellen. Entsprechend zu den Experimenten, wie sie oben erläutert wurden, wurde herausgefunden, daß die Kontraktionsbelastung  $\alpha$  an der Position P im wesentlichen gleich zu der Kontraktionsbelastung  $\beta$  ist, welche von der normalen Paßlänge zu der Position P verringert wurde ( $\alpha = \beta$ ), und die Paßfestigkeit ist an den oben erläuterten beiden Stellen im wesentlichen gleich.

Wenn andererseits die Preßteile 20 und 20, welche die bogenförmigen Vertiefungen 21 und 21 haben, wie in den Fig. 15 und 16 gezeigt ist, oder die Preßteile 20b und 20b in einer V-Blockform sind, wie in Fig. 18 gezeigt ist, verwendet wurden, um die stoßabsorbierende Lenkwelle 11 zu bilden, war eine Kontraktionsbelastung  $\alpha'$  an einem Bereich, der der Position des Punktes P entspricht und eine Kontraktionsbelastung  $\beta'$ , welche während ein Bereich von einem Bereich verringert wurde, entsprechend zu der normalen Paßlänge L auf einem Bereich, der der Position des Punktes P entspricht, stark voneinander unterschiedlich, wie in Fig. 25 gezeigt ist. Solch eine große Differenz zwischen den beiden Belastungen  $\alpha'$  und  $\beta'$ , wie oben erläutert wurde, bedeutet, daß die Paßfestigkeit des gepaßten Bereiches zwischen der äußeren Welle 12 und der inneren Welle 13 klein ist.

Der Aufbau, der in dem US-Patent Nr. 5 623 756 offenbart wurde, und der Aufbau und das Verfahren, das bei der früheren Erfindung USSN 08/960209 offenbart wurde, sind hervorragend beim Sichern der Biegesteifigkeit des Stoßabsorbierens der Lenkwelle und des Stabilisierens einer Kontraktionsbelastung derselben gegenüber dem herkömmlichen Aufbau und dem herkömmlichen Verfahren. Um jedoch die Kontraktionsbelastung noch mehr zu stabilisieren, besteht noch ein Raum für Verbesserungen.

Mehr im einzelnen, im Falle einer stoßabsorbierenden Lenkwelle, auf welche die vorliegende Erfindung angewendet wird, ist eine Innenverzahnung auf einem Endbereich der inneren Umfangsfläche der äußeren Welle ausgebildet, währenddessen eine Außenverzahnung auf einem Endbereich der äußeren Umfangsfläche der inneren Welle ausgebildet ist. Die Innenverzahnung wird durch Räumen gebildet, während die Außenverzahnung durch Walzen gebildet wird. Wenn diese Verzahnungen durch solche Verfahren ausgebildet werden, ist es schwierig, gleichförmige Oberflächenrauigkeit für diese Verzahnungen zu erzielen. Offen gesagt, die Oberflächenrauigkeit dieser Verzahnungen schwankt unvermeidlich.

Eine solche Schwankung bei der Oberflächenrauigkeit der Verzahnungen führt direkt zu einer Schwankung bei einer Kontraktionsbelastung der stoßabsorbierenden Lenkwelle. Das heißt, wenn die Oberflächenrauigkeit groß ist (rau ist), wird die Kontraktionsbelastung groß, währenddessen, wenn die Oberflächenrauigkeit klein ist (glatte ist), wird die Kontraktionsbelastung klein. Wenn die Kontraktion aus diesem Grunde schwankt, wird es schwierig, eine Lenkvorrichtung zum Schutz des Fahrers zu gestalten. Um die Schwankung bei der Oberflächenrauigkeit der Verzahnungen zu unterdrücken und um die Kontraktionsbelastung zu stabilisieren, kann ein Endbearbeitungsprozeß, wie z. B. Naßputzen ausgeführt werden, was jedoch nicht praktisch ist, wegen der erhöhten Verarbeitungskosten dafür.

Unter Berücksichtigung solcher Umstände ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine stoßabsorbierende Lenkwelle zu schaffen, die in der Lage ist, eine stabile Kontraktionsbelastung zu erzielen und die mit niedrigen Kosten hergestellt wird.

Eine stoßabsorbierende Lenkwelle nach der vorliegenden Erfindung umfaßt in Kombination eine rohrförmige äußere Welle, welche mit einer Innenverzahnung auf der inneren Umfangsfläche an einem Ende derselben ausgebildet ist, und eine innere Welle, die mit einer Außenverzahnung auf der äußeren Umfangsfläche an einem Ende derselben ausgebildet ist, wobei die Außenverzahnung und die Innenverzahnung in dem Zustand eines pressgepaßten Eingriffs befindlich sind, um basierend auf einer Belastung in der Axialrichtung zusammenziehbar zu sein.

Insbesondere beruht eine Verbesserung der stoßabsorbierenden Lenkwelle nach der vorliegenden Erfindung darin, daß ein Film aus Festschmierstoff auf zumindest einer Oberfläche von der Außenverzahnung und der Innenverzahnung ausgebildet ist.

Im Falle der stoßabsorbierenden Lenkwelle nach der vorliegenden Erfindung, die den oben erläuterten Aufbau hat, werden die Innenverzahnung, die auf der inneren Umfangsfläche an einem Ende der äußeren Welle ausgebildet ist und

die Außenverzahnung, die auf der äußeren Umfangsfläche an einem Ende der inneren Welle ausgebildet ist, in einen verschiebbaren Kontakt über den Film aus Festschmierstoff gebracht. Damit besteht keine Möglichkeit oder nur eine geringe Möglichkeit, wenn überhaupt, eines direkten Kontaktes zwischen dem Metall zum Bilden der äußeren Welle und zum Bilden der inneren Welle. Demzufolge wird ein Gleitzustand zwischen der Innenverzahnung und der Außenverzahnung stabilisiert und eine Kontraktionsbelastung der oben erläuterten stoßabsorbierenden Lenkwelle wird stabilisiert.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 eine teilweise Querschnittsansicht zum Zeigen einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 eine teilweise Querschnittsansicht zum Zeigen einer inneren Welle, die heraussteht,

Fig. 3 eine Querschnittsansicht in einer vergrößerten Weise, die entlang der Linie A-A von Fig. 2 verläuft,

Fig. 4 einen Graph zum Zeigen eines Ergebnisses von Experimenten, die durchgeführt wurden, um den Effekt der vorliegenden Erfindung zu bestätigen,

Fig. 5 einen Graph zum Darstellen einer Einstellung einer Beziehung zwischen einer Kontraktionsbelastung und einer Größe der Kontraktion,

Fig. 6 eine Seitenansicht zum Zeigen eines Beispiels des Lenkmechanismus, welcher eine stoßabsorbierende Lenkwelle aufweist, die in diesem untergebracht ist, und auf welchen die vorliegende Erfindung anzuwenden ist,

Fig. 7 eine Querschnittsansicht zum Zeigen von Hauptbereichen eines Aufbaus eines Standes der Technik,

Fig. 8 eine Querschnittsansicht zum Zeigen einer inneren Welle, die in dem Aufbau nach dem Stand der Technik untergebracht ist,

Fig. 9 eine Querschnittsansicht, die entlang der Linie B-B von Fig. 8 verläuft,

Fig. 10 eine Querschnittsansicht, die entlang der Linie C-C von Fig. 8 verläuft,

Fig. 11 eine Querschnittsansicht zum Zeigen einer äußeren Welle, die beim Aufbau nach dem Stand der Technik untergebracht ist,

Fig. 12 eine Querschnittsansicht, die entlang der Linie D-D von Fig. 11 verläuft,

Fig. 13 eine Querschnittsansicht, die entlang der Linie E-E von Fig. 11 verläuft,

Fig. 14 eine Querschnittsansicht von Hauptbereichen zum Zeigen einer Stufe eines ersten bekannten Verfahrens der Herstellung einer stoßabsorbierenden Lenkwelle,

Fig. 15 eine Querschnittsansicht, die entlang der Linie F-F von Fig. 14 in einen Zustand vor einer plastischen Verformung verläuft,

Fig. 16 eine Querschnittsansicht, die in der gleichen Weise wie Fig. 15 in einem Zustand nach der plastischen Verformung verläuft,

Fig. 17 eine Querschnittsansicht, die in gleicher Weise wie in Fig. 14 verläuft zum Zeigen einer Stufe eines zweiten bekannten Verfahrens zum Herstellen einer stoßabsorbierenden Lenkwelle,

Fig. 18 eine Querschnittsansicht, die in gleicher Weise wie in Fig. 15 verläuft zum Zeigen einer Stufe eines dritten bekannten Verfahrens zur Herstellung einer solchen Lenkwelle,

Fig. 19 eine teilweise Querschnittsansicht zum Zeigen einer ersten Hälfte einer Stufe einer Ausführungsform nach der früheren Erfindung,

Fig. 20 eine Querschnittsansicht, die entlang der Linie G-G von Fig. 19 verläuft,

Fig. 21 eine teilweise Querschnittsansicht zum Zeigen einer zweiten Hälfte einer Stufe einer Ausführungsform der früheren Erfindung,

Fig. 22 eine teilweise Querschnittsansicht zum Zeigen des Zustandes, in welchem eine Welle aufgrund eines Kollisionsunfalls zusammengezogen wurde,

Fig. 23 einen Graph zum Zeigen der Beziehung zwischen einer Preßbelastung und einer Kontraktionsbelastung, wenn die Kontraktionsbelastung entsprechend dem Verfahren nach der früheren Erfindung eingestellt wurde,

Fig. 24 einen Graph zum Zeigen der Beziehung zwischen einer Größe der Kontraktion und einer Kontraktionsbelastung einer stoßabsorbierenden Lenkwelle, welche durch das Einstellen der Kontraktionsbelastung entsprechend der früheren Erfindung hergestellt wurde, und

Fig. 25 einen Graph zum Zeigen der Beziehung zwischen einer Größe der Kontraktion und einer Kontraktionsbelastung einer stoßabsorbierenden Lenkwelle, welche durch ein anderes Verfahren als das der früheren Erfindung hergestellt wurde.

Die Fig. 1 bis 3 zeigen eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Eine stoßabsorbierende Lenkwelle 11 nach der vorliegenden Erfindung entspricht der Welle 1 in Fig. 6. Diese Lenkwelle ist, wie in Fig. 1 gezeigt ist, ausgebildet durch Ineingriffbringen einer Innenverzahnung 15 und einer Außenverzahnung 17 auf den Umfangsflächen der Wellen 12 und 13 miteinander an einem vorderen Endbereich der äußeren Welle 12 (dem linken Endbereich, wie in Fig. 1 zu sehen ist), welcher ein Endbereich der äußeren Welle 12 ist, und einem hinteren Endbereich der inneren Welle 13 (dem rechten Endbereich, wie in Fig. 1 zu sehen ist), welcher ein Endbereich der inneren Welle 13 ist.

Um eine solche stoßabsorbierende Lenkwelle 11 nach der vorliegenden Erfindung herzustellen, wird, in der gleichen Weise, wie bei der früheren Erfindung, die in den Fig. 19 und 20 gezeigt ist, die äußere Umfangsfläche der äußeren Welle 12 nach innen in der Durchmesserrichtung derselben durch ein Paar von Preßteilen 20a' und 20a' gepreßt, welche zueinander verschoben werden, in dem Zustand, bei dem diese beiden Verzahnungen 15 und 17 miteinander in Eingriff sind. Dann werden der vordere Endbereich der äußeren Welle 12 und der hintere Endbereich der inneren Welle 13 in der Radialrichtung so gepreßt, daß die Querschnitte dieser beiden Endbereiche in die jeweiligen elliptischen Formen, wie in Fig. 16 gezeigt ist, plastisch verformt werden.

Demzufolge werden die äußere Welle 12 und die innere Welle 13 zueinander hin so gepreßt, daß der vordere Endbereich der äußeren Welle 12 und der hintere Endbereich der inneren Welle 13 so gelegt sind, daß sie sich nur um eine gewünschte Länge L in der Axialrichtung überlappen, wie in Fig. 1 gezeigt ist. Somit sind beide Wellen 12 und 13 eng miteinander gepaßt, um in einen preßgepaßten Zustand gebracht zu sein an zwei Stellen, die voneinander in der Axialrichtung beabstandet sind, und in einen losen Eingriff mit einem Teil zwischen diesen Stellen gebracht sind, wie in Fig. 7 ge-

zeigt ist. Bei einer Sekundärkollision ist, wie in Fig. 2 gezeigt ist, eine Paßlänge oder überlappte Länge zwischen der äußeren Welle 12 und der inneren Welle 13 größer als die oben erläuterte normale Paßlänge L, so daß die Gesamtlänge der stoßabsorbierenden Lenkwelle zusammengezogen ist.

Insbesondere ist im Falle der stoßabsorbierenden Lenkwelle 11 bei der vorliegenden Ausführungsform ein Film 24, der aus einem Festschmierstoff hergestellt ist (siehe Fig. 3), entlang der Gesamtlänge L17 ( $L17 >$  die gewünschte Länge L) der Außenverzahnung 17 auf der Oberfläche der Außenverzahnung 17, welche auf einem Endbereich der inneren Welle 13 ausgebildet ist, ausgebildet. Das Material und die Dicke des Festschmierstoffs zum Bilden dieses Films 24 werden hinsichtlich der Gestaltung in Übereinstimmung mit einer gewünschten Kontraktionsbelastung und Biegesteifigkeit ausgewählt. Das zu verwendende Material muß ein außergewöhnlich gutes Abdichtungsverhalten auf der Oberfläche der Außenverzahnung 17 haben. Als ein solches Material kann ein Molybdändisulfid ( $\text{MoS}_2$ )-Schmierstoff, welcher auf dem Markt unter der Handelsbezeichnung "Drilube" erhältlich ist und durch die Toyo Drilube Co., Inc., hergestellt wird oder ein Fluorcarbonplast, wie z. B. PTFE, FEP bevorzugterweise verwendet werden.

Es ist erforderlich, eine bestimmte Dicke des Films abzusichern, um eine Reibung zwischen den Metallen zum Bilden der äußeren Welle 12 und der inneren Welle 13 jeweils zu verhindern (normaler Stahl oder Aluminiumlegierung). Wenn jedoch die Dicke des Films 24, welcher selbst eine geringe Steifigkeit hat, zu groß ist, wird die Biegesteifigkeit zwischen der äußeren Welle 12 und der inneren Welle 13, deren Endbereiche miteinander mit diesem Film 24 gepaßt wurden, zwischen diesen niedrig. In Berücksichtigung dieser Umstände wird die Dicke des Films 24 bevorzugterweise auf einen Bereich von 0.005 bis 0.015 mm reguliert, wenn "Drilube" als der Festschmierstoff verwendet wird.

Im Falle der stoßabsorbierenden Lenkwelle 11, die, wie oben beschrieben, gebildet wird, wird die Innenverzahnung 15, die auf der inneren Umfangsfläche an einem Ende der äußeren Welle 12 gebildet ist, in einen verschiebbaren Kontakt mit der Außenverzahnung 17 gebracht, welche auf der äußeren Umfangsfläche an dem Ende der inneren Welle 13 ausgebildet ist, wobei der Film 24 aus Festschmierstoff dazwischen befindlich ist. Somit besteht keine Chance oder nur eine geringe Chance, wenn überhaupt, daß die Metalle (Stahl oder Aluminiumlegierung), welche jeweils die äußere Welle 12 und die innere Welle 13 bilden, in direkten Kontakt miteinander gebracht werden. Demzufolge wird der Gleitkontaktzustand zwischen der Innenverzahnung 15 und der Außenverzahnung 17 stabil, und die Kontraktionsbelastung der stoßabsorbierenden Lenkwelle 11 wird stabil. Als ein Ergebnis ist es möglich, einfacher eine Lenkvorrichtung für ein Kraftfahrzeug zu gestalten, welches so angeordnet ist, daß sie die stoßabsorbierende Lenkwelle 11 einschließt. Insbesondere, wenn eine von der äußeren Welle 12 und der inneren Welle 13 aus Stahl hergestellt ist und die andere aus einer Aluminiumlegierung hergestellt ist, um das Gewicht der Lenkwelle zu verringern, können Schäden, wie z. B. ein Rupfen oder Festfressen in diesem Zustand auf der Gleitfläche zwischen der Innenverzahnung 15 und der Außenverzahnung 17 hervorgebracht werden. Entsprechend der vorliegenden Erfindung jedoch können Schäden sogar in einem solchen Fall verhindert werden, so daß die stoßabsorbierende Lenkwelle 11 in einer stabilen Weise zusammengezogen werden kann.

#### (Beispiele)

Ergebnisse von Experimenten, die durchgeführt wurden, um die Wirkung der vorliegenden Erfindung zu bestätigen, werden nachstehend beschrieben. In den Experimenten wurde eine stoßabsorbierende Lenkwelle 11, wie in den Fig. 1 und 21 gezeigt, durch das Verfahren entsprechend der früheren Erfindung, die unter Bezugnahme auf die Fig. 19 bis 21 beschrieben wurde, hergestellt, um einen Einfluß des Vorhandenseins oder der Abwesenheit eines aus einem Festkörperschmierstoff hergestellten Films 24 auf der Oberfläche der Außenverzahnung 17 auf eine Kontraktionsbelastung der stoßabsorbierenden Lenkwelle nachzuweisen. Sowohl die äußere Welle 12 als auch die innere Welle 13 sind aus Stahl hergestellt, und ein Zielwert für eine Belastung Pp zum Pressen der äußeren Welle 12 und der inneren Welle 13 mittels des Paares von Preßteilen 20a' und 20' (Fig. 20) ist auf 3300 kgf festgelegt. Da diese Preßbelastung unvermeidlich in einem bestimmten Ausmaß schwankt, werden die Belastungswerte, die tatsächlich aufgebracht werden, in Tabelle 1 gezeigt. Die gewünschte Länge L, bei der der vordere Endbereich der äußeren Welle 12 und der hintere Endbereich der inneren Welle 13 so gelegt sind, daß sie sich übereinander in der Axialrichtung überlappen, ist auf 60 mm festgelegt. Die Zustände für die Experimente sind so festgelegt, daß sie in allen Experimenten möglichst gleich sind, außer des Vorhandenseins oder der Abwesenheit des Films 24. Es ist anzumerken, daß S-6150 (Handelsbezeichnung), das ist ein Fluorcarbonplast vom Typ "Drilube", als der Festkörperschmierstoff zum Bilden des Films 24 verwendet wird.

Ergebnisse der Experimente, die unter solchen Bedingungen durchgeführt wurden, sind in den Tabellen 1 und 2 und in Fig. 4 gezeigt. In den Tabellen 1 und 2 gibt die maximale Belastung Ps zum Pressen den Maximalwert für die Belastung an, welche erforderlich ist, wenn die äußere Welle 12 und die innere Welle 13, die jeweils die ersten und zweiten verformten Bereiche 18 und 19 bilden, zueinander gebracht wurden, um die stoßabsorbierende Lenkwelle 11 zu bilden, wie in Fig. 19 gezeigt ist, und entspricht dem Spitzenwert, der in dem linken Endbereich von Fig. 4 gezeigt ist. Die Kontraktionsbelastung P1 in der "äußeren und inneren" Spalte gibt eine Belastung an, die zum Zusammenziehen der stoßabsorbierenden Lenkwelle 11 in dem Zustand erforderlich ist, in welchem sowohl der erste als auch der zweite verformte Bereich 18 und 19 in einen preßgepaßten Zustand miteinander gebracht sind (der Bereich L1 in Fig. 4), wie in den Fig. 1 und 21 gezeigt ist. Ferner gibt die Kontraktionsbelastung P2 der "nur inneren" Spalte eine Belastung an, welche zum Zusammenziehen der stoßabsorbierenden Lenkwelle 11 in dem Zustand erforderlich ist, in welchem der erste verformte Bereich 18 aus dem preßgepaßten Zustand heraussteht und nur der zweite verformte Bereich 19 und die innere Welle 13 in einem preßgepaßten Zustand miteinander befindlich sind (der Bereich L2 in Fig. 5), wie in Fig. 22 gezeigt ist. In Fig. 4 gibt die durchgehende Linie eine Beziehung zwischen einer Kontraktionsbelastung und einer Größe der Kontraktion (Hub) im Falle an, bei dem der Film 24 nicht vorgesehen ist, und die gestrichelte Linie b gibt eine Beziehung zwischen einer Kontraktionsbelastung und einer Größe der Kontraktion in einem Fall an, wo der Film 24 vorgesehen ist, was durch die jeweiligen Mittelwerte derselben repräsentiert wird.



[Tabelle 1]

(kgf)

	Probe Nr.	Preßbelastung $P_z$	Maximalbelastung beim Pressen $P_s$	Kontraktionsbelastung	
				außen $P_1$	innen $P_2$
Film nicht vorhanden	1	3315	486	345	160
	2	3315	446	348	182
	3	3305	442	328	166
	4	3305	420	314	158
	5	3305	442	330	170
Film vorhanden	6	3340	388	274	150
	7	3320	364	266	152
	8	3320	380	274	150
	9	3310	362	268	158
	10	3340	390	280	158

[Tabelle 2]

Geschätzte Schwankungen durch F(t)-Wert

(kgf)

	Proben Nr. 1 bis 5 Mittelwert $P_z = 3309$ kgf)			Proben Nr. 6 bis 10 Mittelwert $C = 3326$ kgf)		
	$P_s$	$P_1$	$P_2$	$P_s$	$P_1$	$P_2$
F(t) 5% Wert	388	300	145	345	259	143
F(t) 95% Wert	489	355	183	399	281	161
Bereich R	101	55	38	54	22	18

Wie klar aus den Tabellen 1 und 2 und Fig. 4 zu sehen ist, die die Ergebnisse der Experimente zeigen, ist es entsprechend der vorliegenden Erfindung möglich, eine verminderte und stabilisierte Kontraktionsbelastung für die stoßabsorbierende Lenkwelle 11 zu schaffen. Der Hauptpunkt dieser Erfindung liegt darin, daß die Kontraktionsbelastung stabilisiert werden kann. Der Wert der Kontraktionsbelastung kann frei eingestellt werden durch Verändern einer Belastung zum Pressen der äußeren Welle 12 und der inneren Welle 13 mittels ein Paar von Preßteilen 20a' und 20a'. Wenn, mehr im einzelnen, diese Belastung zum Pressen erhöht wird, kann die Kontraktionsbelastung erhöht werden. Andererseits, wenn die Preßbelastung vermindert wird, kann die Kontraktionsbelastung vermindert werden. Dementsprechend kann, wenn die Kontraktionsbelastung, wie oben erläutert, stabilisiert werden kann und die Kontraktionsbelastung der stoßabsorbierenden Lenkwelle nahe dem Zielwert festgelegt werden.

Das heißt, zum Gestalten einer Lenkvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, das in der Lage ist, auf befriedigende Weise den Fahrer zu schützen, wird eine Beziehung zwischen einer Kontraktionsbelastung und einer Größe der Kontraktion einer stoßabsorbierenden Lenkwelle 11, die in diese Lenkvorrichtung eingebaut wird, reguliert, wie durch die durchgehende Linie  $\alpha$  in Fig. 5 angegeben ist. Da es jedoch schwierig ist, diese Beziehung exakt zu regulieren, wie durch die durchgehende Linie  $\alpha$  angegeben wird, wird die Beziehung in einem Bereich zwischen den beiden gestrichelten Linien  $\beta$ ,  $\beta$  in der gleichen Figur reguliert. Je enger der Spalt zwischen diesen beiden gestrichelten Linien  $\beta$ ,  $\beta$  ist, desto kleiner ist eine Schwankung bei der Beziehung zwischen der Kontraktionsbelastung und der Größe der Kontraktion der stoßabsorbierenden Lenkwelle 11. Das heißt, es wird leichter, die Lenkvorrichtung für ein Kraftfahrzeug zu gestalten. Entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die Schwankung bei der Beziehung zwischen der Kontraktionsbelastung und der Größe der Kontraktion der stoßabsorbierenden Lenkwelle 11 durch Reduzieren des Spaltes zwischen den beiden gebrochenen Linien  $\beta$ ,  $\beta$  zu reduzieren.

Es ist anzumerken, daß, wenn der Film 24 aus Festschmierstoff auf der Fläche der Innenverzahnung 15 ausgebildet ist anstatt der Fläche der Außenverzahnung 17 oder auf den Flächen sowohl auf der Außenverzahnung 17 als auch der Innenverzahnung 15, die gleiche Arbeitsweise und der gleiche Effekt erzielt werden kann. Wenn der Film 24 auf sowohl den Flächen der Außenverzahnung 17 und der Innenverzahnung 15 ausgebildet ist, wird die Gesamtdicke des Films 24 innerhalb des obigen Bereichs festgelegt. Wenn eine oder beide der äußeren Welle 12 und der inneren Welle 13 aus Nichteisenmetallen, wie z. B. einer Aluminiumlegierung hergestellt ist, wird der Film 24 auf der Fläche der Verzahnung ausgebildet, welche aus der nichtmetallischen Welle ausgebildet ist, oder auf den Flächen beider Verzahnungen.

Da die stoßabsorbierende Lenkvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung so ausgebildet ist und, wie oben beschrieben arbeitet, trägt sie dazu bei, eine Lenkvorrichtung zu realisieren, welche den Fahrer bei einer Sekundärkollision effektiv schützen kann. Da zusätzlich der Film, der aus einem Festschmierstoff hergestellt ist, dünn sein kann, wird die Biegesteifigkeit an der Verbindung zwischen der äußeren und inneren Welle nicht vermindert, bei der ein wesentliches Problem für die praktische Verwendung bewirkt würde. Wenn außerdem die stoßabsorbierende Lenkvorrichtung durch

Kombinieren von Stahl und einer Aluminiumlegierung, wie in den obigen Beispielen ausgebildet ist, ist es möglich, Schäden, wie z. B. ein Rupfen und Festfressen zu verhindern, so daß die stoßabsorbierende Lenkwelle in einer stabilen Weise zusammengezogen wird.

## Patentansprüche

1. Stoßabsorbierende Lenkwelle umfassend in Kombination eine rohrförmige äußere Welle (12) mit einer Innenverzahnung (15) auf der inneren Umfangsfläche an einem Endbereich derselben und eine innere Welle (13) mit einer Außenverzahnung (17) auf der äußeren Umfangsfläche an einem Endbereich derselben, die mit der Innenverzahnung in Eingriff ist, wobei die Außenverzahnung (17) und die Innenverzahnung (15) in dem Zustand des pressgepaßten Eingriffs miteinander befindlich sind, um basierend auf einer Belastung in der Axialrichtung zusammenziehbar zu sein, dadurch gekennzeichnet, daß ein Film (24) aus einem Festschmierstoff auf der Oberfläche von zumindest einer (15; 17) der Außenverzahnung (17) und Innenverzahnung (15) ausgebildet ist. 10
2. Stoßabsorbierende Lenkvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Endbereich der äußeren Welle (12) und ein Endbereich der inneren Welle (13) in einem pressgepaßten Zustand an ersten und zweiten Paßbereichen voneinander in der Axialrichtung beabstandet sind, und in einem losen Eingriff an dem Teil zwischen den ersten und zweiten pressgepaßten Bereichen sind. 15
3. Stoßabsorbierende Lenkvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Material des Films (24) aus einem Material von Molybdändisulfid oder Fluorkarbonplastik ausgewählt ist. 20

Hierzu 15 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

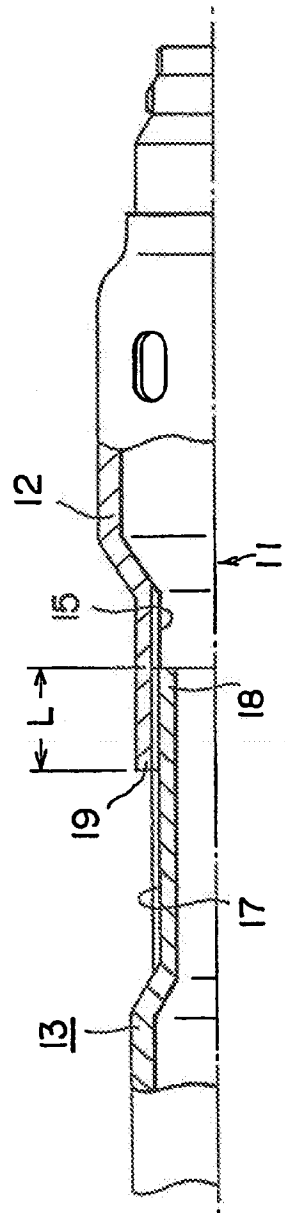


FIG. 2

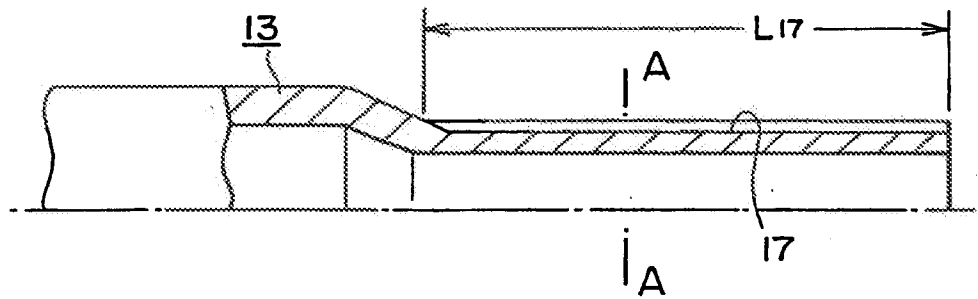


FIG. 3

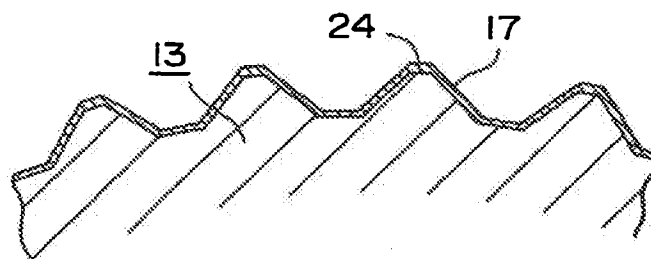


FIG. 4

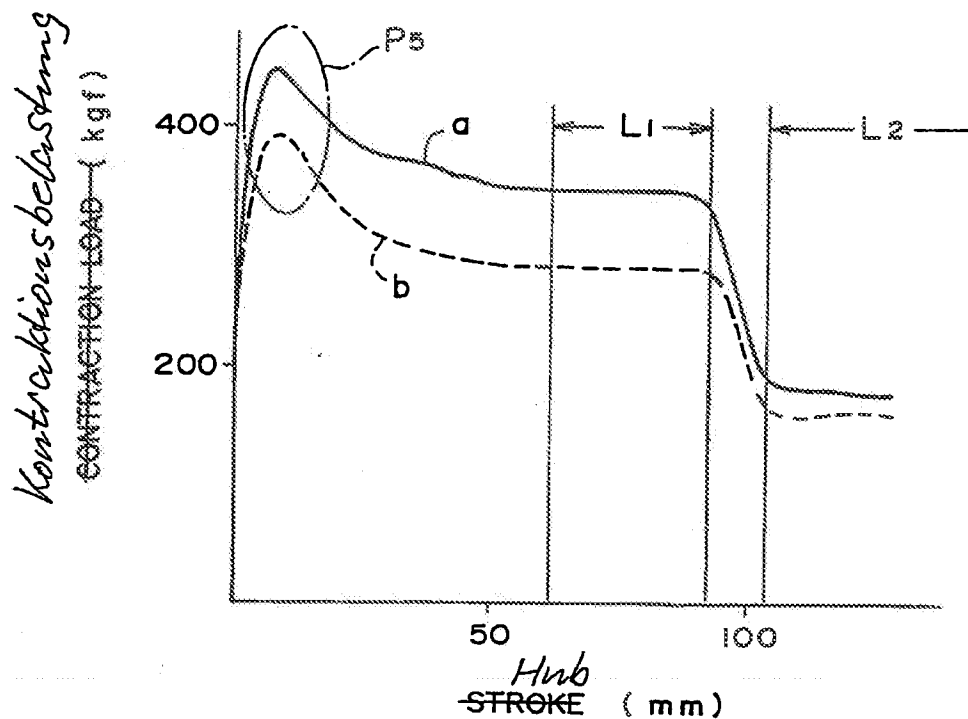


FIG. 5

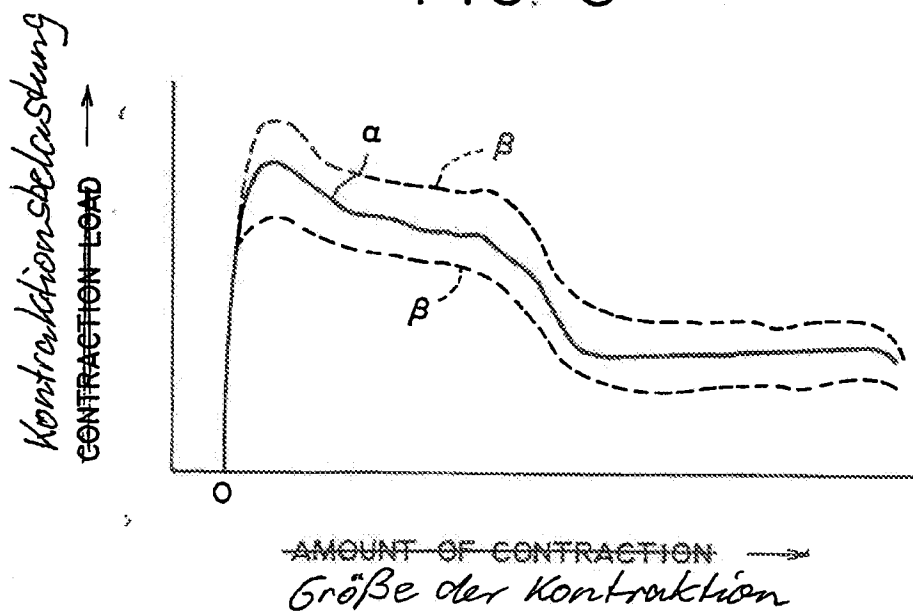


FIG. 6

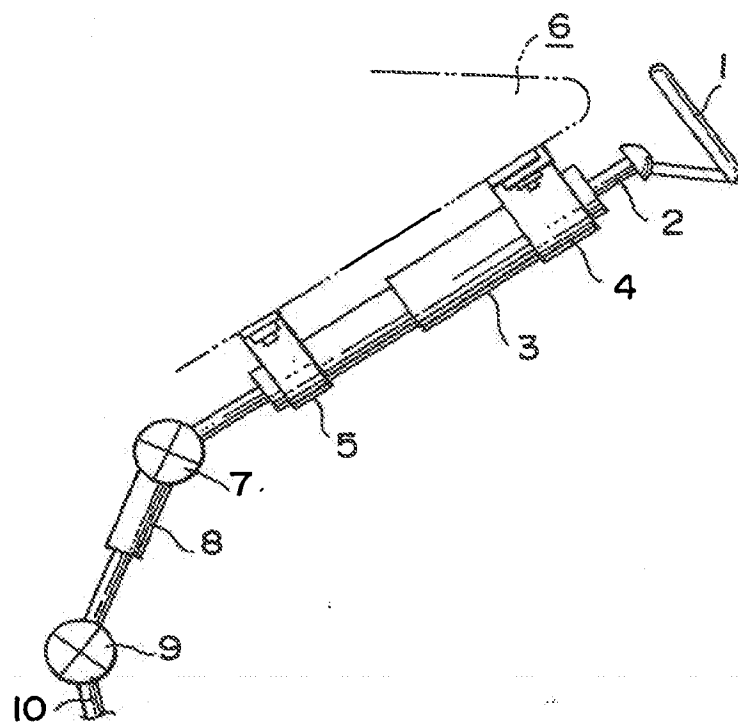


FIG. 7

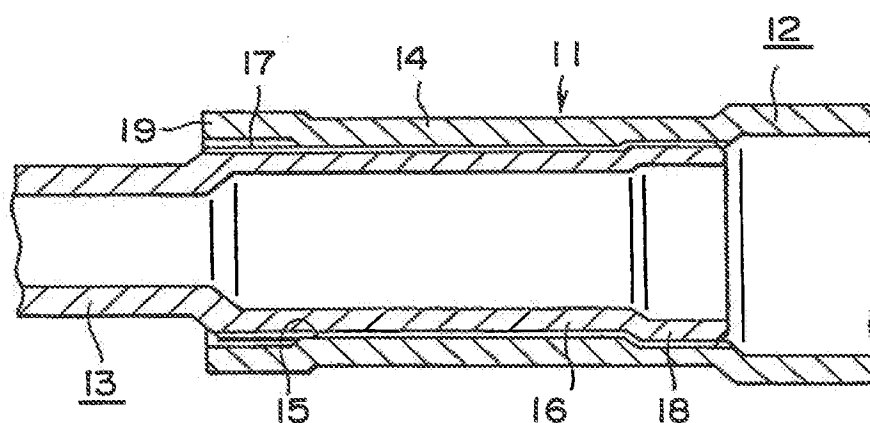


FIG. 8

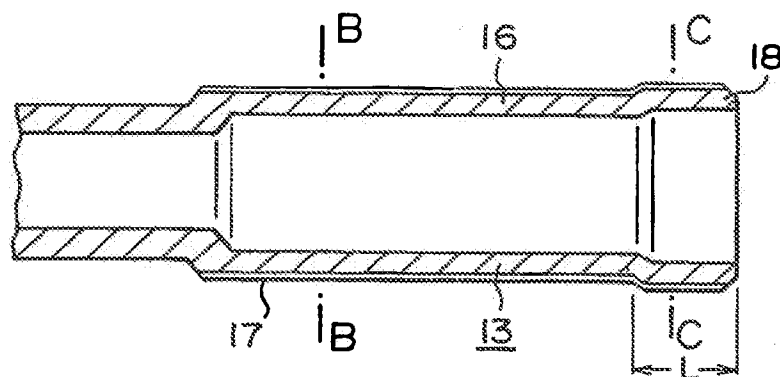


FIG. 9

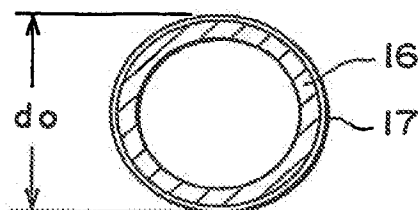


FIG. 10

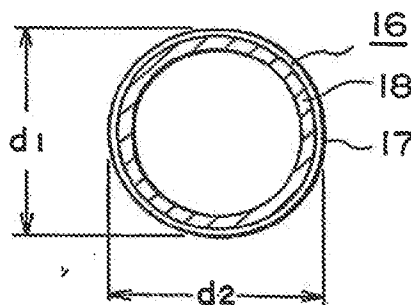


FIG. 11

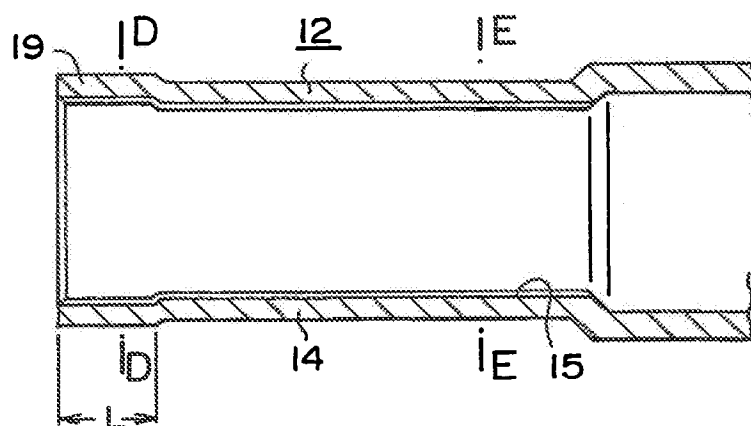


FIG. 12

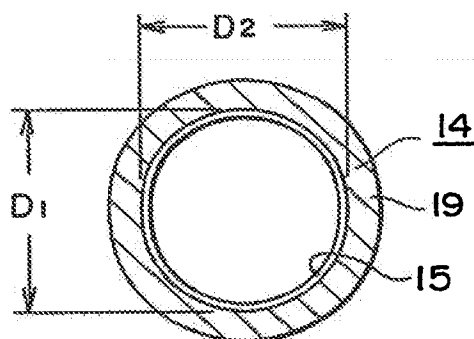


FIG. 13

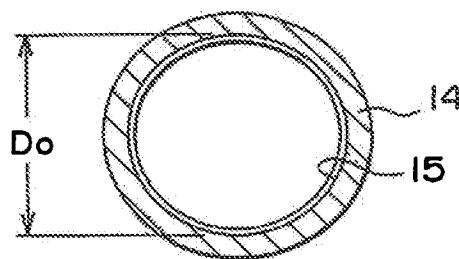




FIG. 14

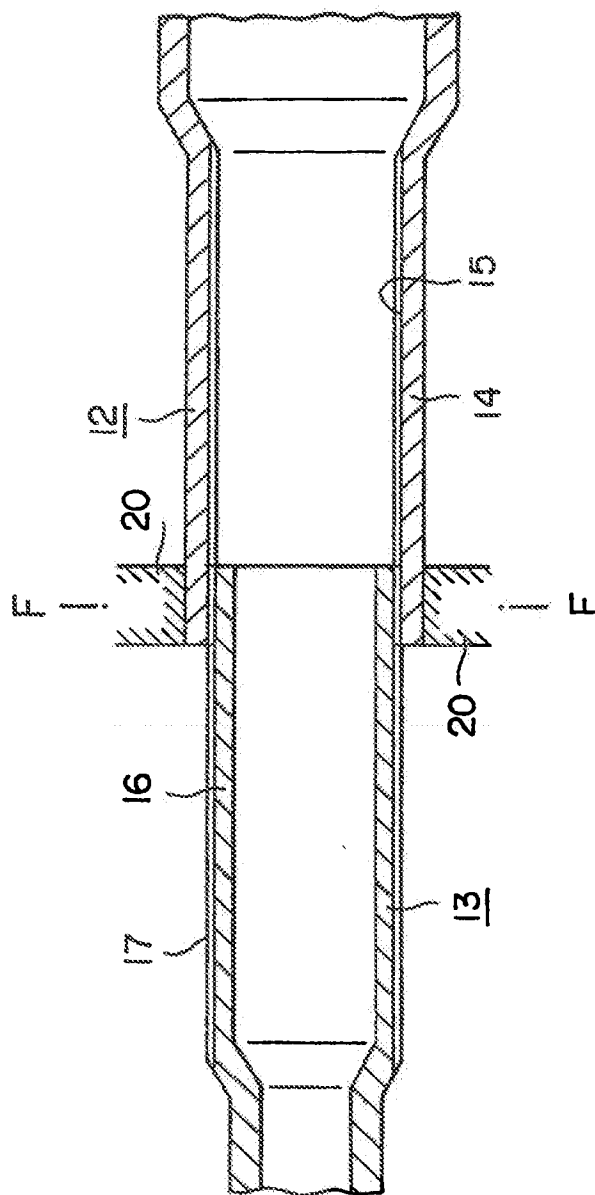




FIG. 17

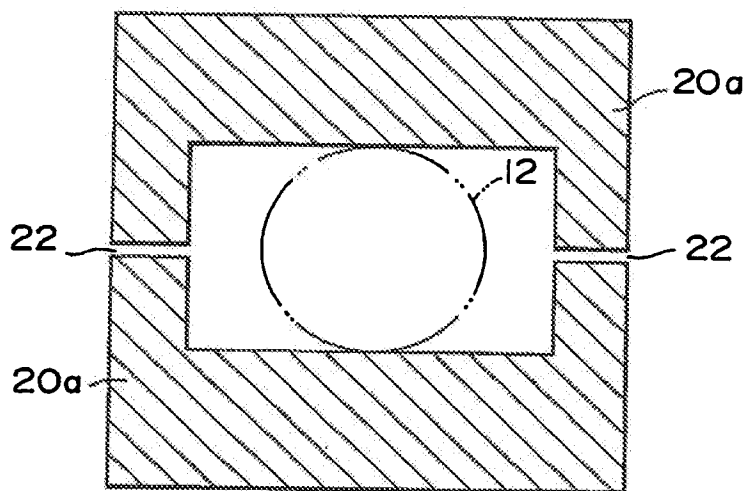


FIG. 18

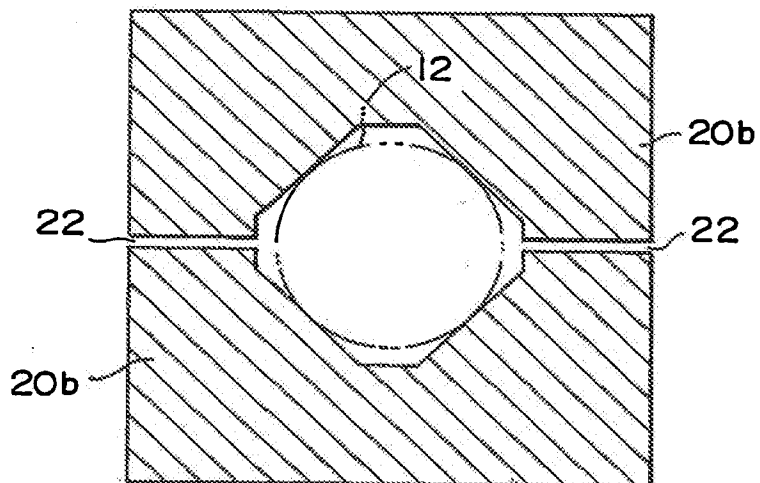


FIG. 19

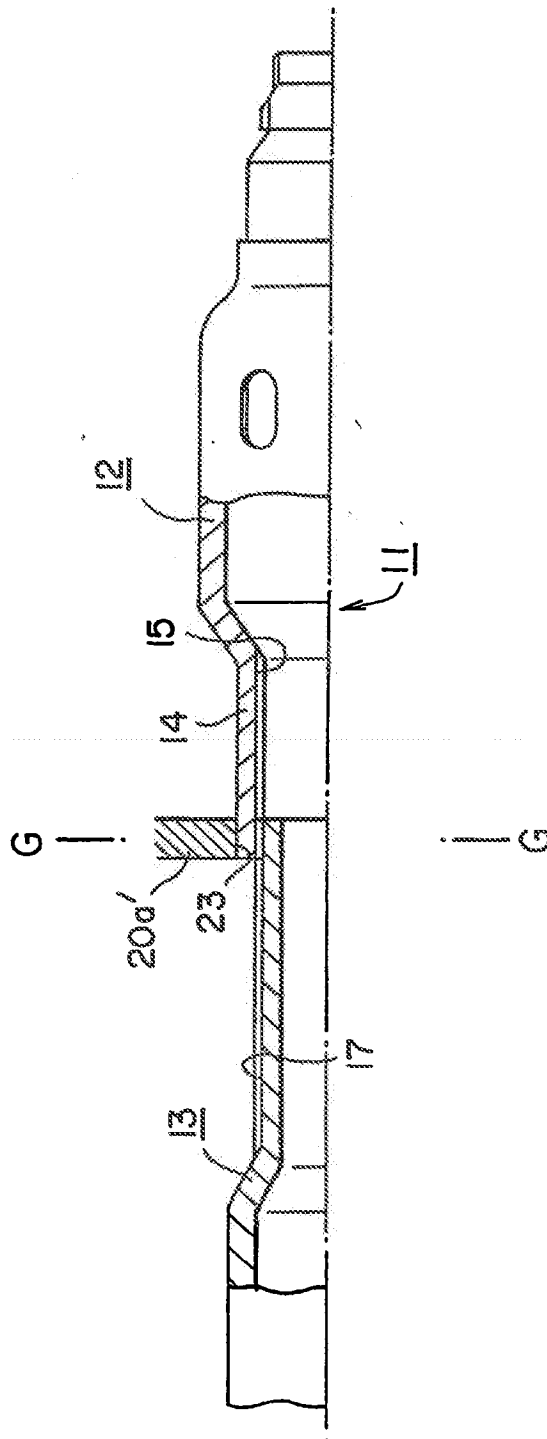


FIG. 20

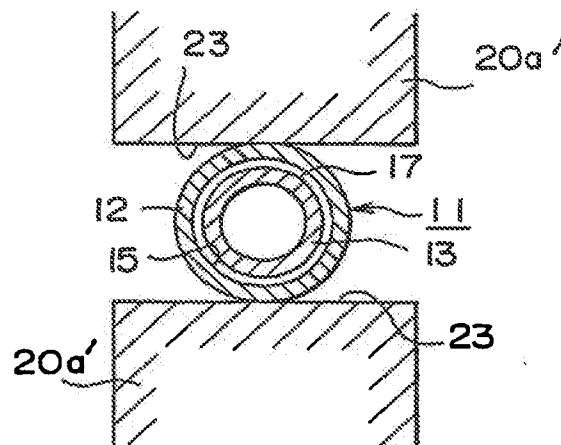


FIG. 21

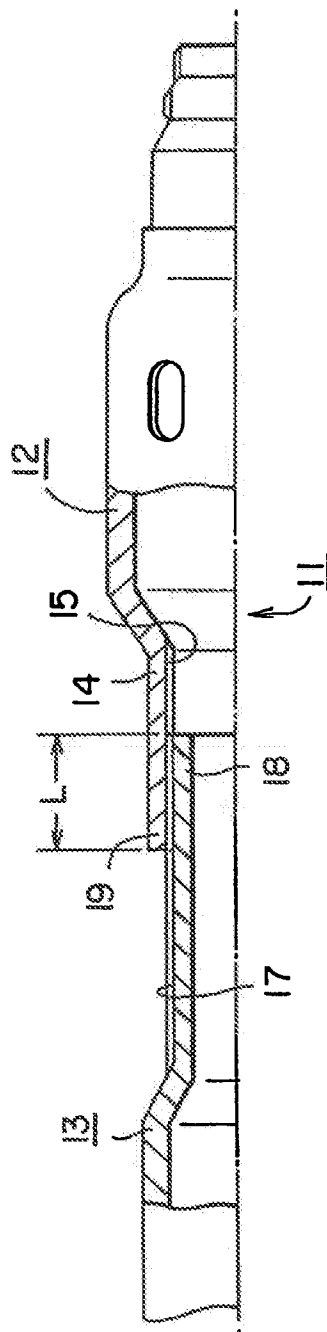


FIG. 22

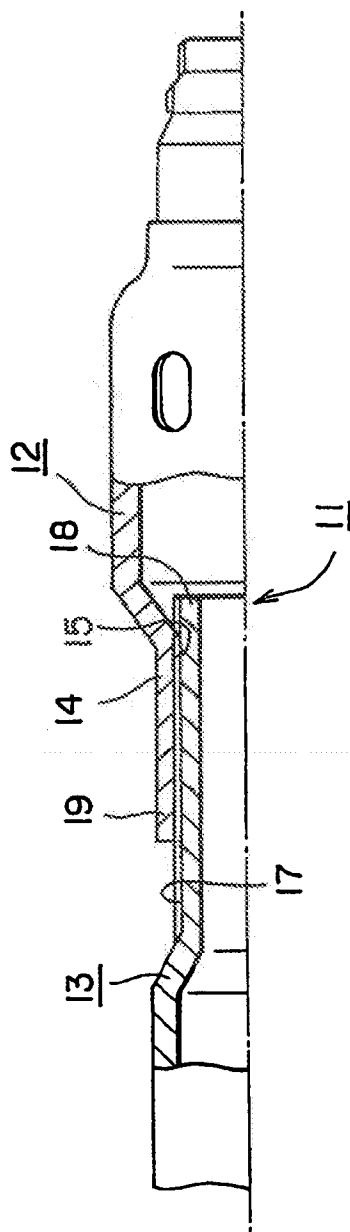


FIG. 23

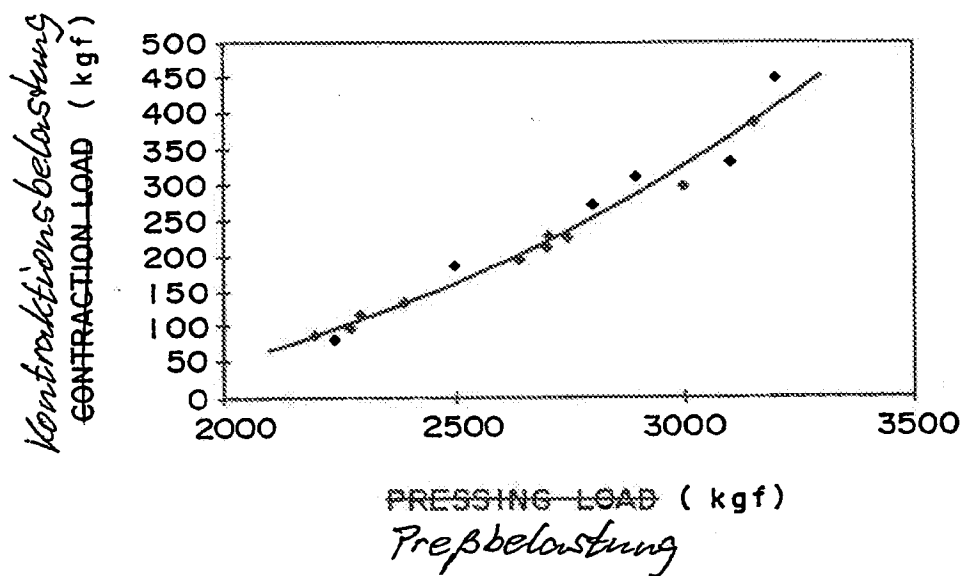


FIG. 24

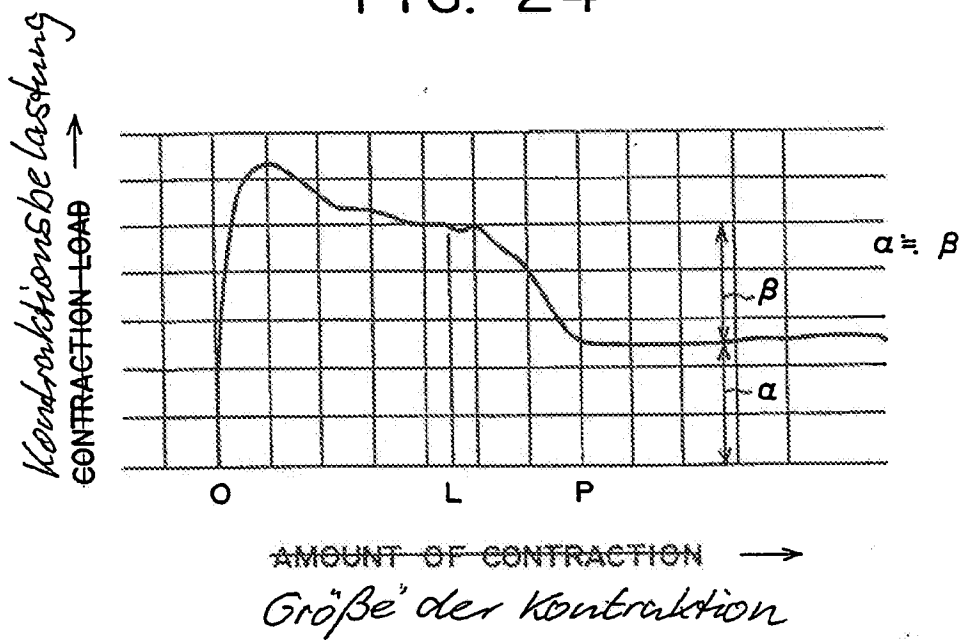




FIG. 25

